

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-66482

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 01 S 7/02

識別記号

Z

庁内整理番号

6959-5 J

⑬ 公開 平成2年(1990)3月6日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 パルスレーダ

⑰ 特 願 昭63-217634

⑱ 出 願 昭63(1988)8月31日

⑲ 発 明 者 浜 津 亨 助 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
通信機製作所内

⑳ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 早瀬 憲一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

パルスレーダ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 強度信号を処理して目標物体の位置、大きさを検出するパルスレーダにおいて、

仰角変化に対応してパルス繰り返し周波数を変化させ測定可能な最大速度を可変とするパルス繰り返し周波数変化手段を備えたことを特徴とするパルスレーダ。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明はパルスドップラレーダ等のパルスレーダに関し、特にその信号処理方式に関するものである。

(従来の技術)

第2図は通常のパルスドップラレーダ方式を示す図である。図において1はアンテナ、2はドップラ送受信機、3はドップラ周波数、4はトリガ発生器、5はトリガパルス、6はアンテナコント

ロールユニット、7は仰角命令信号である。

次に動作について説明する。パルスドップラレーダでは、信号位相の変化、即ちドップラ周波数3はパルス毎にサンプリングされるので、パルス繰り返し周波数Fよりも大きい周波数は測定できない。またこのパルス繰り返し周波数からレーダ最大探知距離が決められる。これらの関係を示すと次のようになる。

$$f_d = \frac{2v}{\lambda} < \frac{F}{2}$$

即ち

$$v < \frac{\lambda \cdot F}{4}$$

$$v_{max} = \frac{\lambda \cdot F}{4} \quad \dots (1)$$

但し、 $f_d$  : ドップラ周波数 $\lambda$  : 送信波長 $v$  : ドップラ速度 $v_{max}$  : 測定可能な最大速度

また、

$$R_{max} = \frac{C}{2F}$$

即ち、

$$F = \frac{C}{2R_{max}} \quad \dots (2)$$

但し、C : 光速 (= 30 万 km/s)

R<sub>max</sub> : 最大探知距離

また上記(1)式、(2)式から

$$v = \frac{\lambda \cdot C}{8R_{max}} \quad \dots (3)$$

となる。

(発明が解決しようとする課題)

従来のパルス・ドップラレーダ方式は以上のよう  
に構成されているので、観測範囲と測定可能な  
最大速度の積が一定になる。即ち一定の観測範囲  
を得ようとすれば測定可能な最大速度が一義的に  
決まってしまうという欠点があった。

は同一のものを示し、8はトリガ制御器、9はパ  
ルス繰り返し制御信号、10は仰角信号である。

また、第3図は本実施例における仰角変化とパ  
ルス繰り返し周波数の関係を示す。図において1  
は観測最大高度を、12~16は各々仰角1°  
仰角5°(θ<sub>1</sub>~θ<sub>5</sub>)を示す。また17~20は  
各々各仰角間のエリア1~4での設定されたパ  
ルス繰り返し周波数F<sub>1</sub>~F<sub>4</sub>を示す。

次に動作について説明する。

アンテナ仰角を変化させながら3次元観測を行  
なうパルス・ドップラレーダ方式において対流圏  
のみを観測域とする場合、高仰角域では低仰角域  
で要求される程の観測範囲を確保することは必ず  
しも必要ではない。

例えば観測最大高度H=15kmとする時、アン  
テナ仰角60°の時に必要な観測範囲Rは

$$R = \frac{15 \text{ km}}{\sin 60^\circ} \simeq 17 \text{ km}$$

である。低仰角での観測範囲を120kmとする時、  
(2)式からパルス繰り返し周波数は

この発明は上記のような問題点を解消するため  
になされたもので、特に近距離での高仰角空間で  
測定可能な最大速度を大幅に引き上げることので  
きるパルスレーダを得ることを目的としている。

(課題を解決するための手段)

この発明に係るパルスレーダは、仰角の変化に  
対応してパルス繰り返し周波数を変化させること  
によって、測定可能な最大速度の幅を広げること  
ができるようにしたものである。

(作用)

この発明においては、パルス繰り返し周波数は、  
アンテナの仰角範囲毎に複数種類準備されており、  
仰角域毎にこれに対応したパルス繰り返し周波数  
が選択されるから、特に高仰角域において測定可  
能な最大速度の幅を広げることができる。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明す  
る。

第1図は本発明の一実施例によるパルスドッ  
プラレーダを示し、図において、第2図と同一符号

$$\frac{300000 \text{ km/s}}{2 \times 120 \text{ km}} = 1250 \text{ (pps)}$$

以下にすることが必要になり、この結果測定可能  
な最大速度は(1)式より波長5.7cmのCバンドレ  
ーダの場合

$$\frac{5.7 \times 10^{-2} \text{ m}}{4} \times 1250 \simeq 18 \text{ (m/s)}$$

となるが、前出のアンテナ仰角60°時には(3)式  
の最大速度を

$$\frac{5.7 \text{ cm} \times 300000 \text{ km/s}}{8 \times 17 \text{ km}} \simeq 125 \text{ (m/s)}$$

まで拡張することが可能となる。

現実には前述の様に連続的にパルス繰り返し周  
波数を変化させることは実用的ではないため、第  
3図に示す様に走査する仰角範囲を数区分のエリア  
1~4に分け、このエリア毎にパルス繰り返し  
周波数F<sub>1</sub>~F<sub>4</sub>を設定する。ここで仰角が高い  
エリア程繰り返し周波数を高くすることが可能で  
あるため、同図において

$$F_1 < F_2 < F_3 < F_4$$

となる。また、この各々の周波数比に比例して測定可能な最大速度を増大させることが可能になる。上記繰り返し周波数の変化を得るための動作は、第1図に示す仰角信号10に対応してトリガ制御器8でパルス繰り返し制御信号9を変化させ、この信号を基にしてトリガ発生器4でトリガパルス5を発生させることによって実現できる。

なお上記実施例では、目標物体の位置、大きさ、及び速度を検出可能なパルスドップラレーダ方式について説明したが、本方式による効果は、強度信号を処理して目標物体の位置、大きさを検出する通常のパルスレーダにても期待することができる。即ち反射波の強度が非常に変化している場合、これを積分して平均値を得るが、パルス繰り返し周波数を上げればそれだけ変動を抑えることが可能になり、レーダ近傍の比較的仰角の高い領域で安定した平均化を行なうことが可能である。このようにした本発明の他の実施例を第4図に示す。図中第1図と同一符号は同一又は相当部分を示し、21はパルスレーダ送受信機、22は仰角の高い

領域で安定した平均化を行なわれたレーダ反射強度信号である。

さらに水平偏波と垂直偏波とを用い、位置、大きさに加えて形状をも検出可能である2重偏波レーダにおいて本方式を採用すれば、特に平均化回数を大きくして変動を抑えることが必要なZDR(水平偏波による反射強度と垂直偏波による反射強度の比)の観測においても大きな効果を発揮する。このようにした本発明のさらに他の実施例を第5図に示す。図中25は2重偏波レーダ送受信機、24は偏波切替器、23は偏波切替制御器、26は仰角の高い領域で安定した平均化を行なわれたZDRである。

#### (発明の効果)

以上のように、この発明にかかるパルスレーダによれば、仰角変化に対応してパルス繰り返し周波数を変化させるようにしたため、特にドップラレーダにおいては、レーダ近傍の比較的仰角の高い領域のドップラ速度測定範囲を容易にかつ効率よく拡張できる等の効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例によるパルスドップラレーダを示す図、第2図は通常のパルスドップラレーダ方式を示す図、第3図は仰角変化とパルス繰り返し周波数の関係を示す図、第4図及び第5図はそれぞれ本発明の他の実施例を示す図である。

図中1はアンテナ、2はドップラ送受信器、3はドップラ周波数、4はトリガ発生器、5はトリガパルス、6はアンテナコントローラ、7は仰角命令信号、8はトリガ制御器、9はパルス繰り返し制御信号、10は仰角信号、11は観測最大高度、12から16は各々仰角1から仰角5、17～20は各々パルス繰り返し周波数F1からF4である。

なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 早瀬 憲一



